

基于正交试验设计开展的黑猩猩食物丰容效果研究

朱迎娣 倪俊 刘群秀*

上海动物园 上海 200335

摘要: 基于正交试验设计, 对上海动物园 8 头黑猩猩 (*Pan troglodytes*) 进行食物丰容 (木丝、麻袋和竹筒) 对取食行为影响的研究, 利用正交试验设计试验因素和水平, 采用所有事件取样法记录丰容前后黑猩猩取食行为的持续时间。结果表明, 通过正交试验设计, 能够有效对不同的试验方案进行排序。本研究中, 对黑猩猩取食行为影响的主次顺序依次为木丝 > 麻袋 > 竹筒; 不同食物丰容方式对成年雄性取食行为影响不显著, 所有成年雌性丰容后取食行为增加, 且取食占比比雄性高, 幼年个体在丰容后取食行为占比降低。3 种丰容方式对成年雄性和幼年个体的取食行为都没有显著影响。对 4 头成年雌性黑猩猩的最优丰容组合为木丝和麻袋 (有无竹筒都可), 对 1 头亚成年雌性黑猩猩的最优组合为木丝 (有无竹筒和麻袋都可)。木丝对成年雌性取食行为的影响极显著 ($P < 0.01$), 竹筒对每个个体行为影响均不显著 ($P > 0.05$), 麻袋对部分个体影响不显著 ($P > 0.05$)。

关键词: 黑猩猩; 正交试验; 食物丰容; 取食行为

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2020) 02-256-08

The Study of Food Enrichment of Chimpanzee (*Pan troglodytes*) by Orthogonal Testing Method

ZHU Ying-Di NI Jun LIU Qun-Xiu*

Shanghai Zoological Park, Shanghai 200335, China

Abstract: Food enrichment experiments (wood-wool, sack and bamboo tube) were carried out on 8 Chimpanzees (*Pan troglodytes*) fed at Shanghai Zoo, and the orthogonal test was used to design the test factors and levels. We recorded feeding behavior using all-occurrence recording method before and after food enrichment. The results showed that the order of the factor on feeding behavior was wood-wool > sack > bamboo tube. The influence of different food enrichments on feeding behavior of adult male was not significant, while all the adult females decreased. The proportion of feeding behavior of young individuals decreased after enrichment. There was no significant effect on adult male and young individual in the three

基金项目 上海市绿化和市容管理局资助项目 (No. G170420) ;

* 通讯作者, E-mail: liuqunxiu@126.com;

第一作者介绍 朱迎娣, 女, 高级工程师; 研究方向: 野生动物繁育与保护; E-mail: zzyydd2000@aliyun.com。

收稿日期: 2019-09-23, 修回日期: 2020-01-20 DOI: 10.13859/j.cjz.202002015

ways of enrichment. The optimal combination of enrichment for four adult female chimpanzees was wood-wool and sack (with or without bamboo tube), and the optimal combination for one sub adult female chimpanzee was wood-wool (with or without bamboo tube and sack). The effect of wood -wool on adult female's feeding behavior was very significant ($P < 0.01$), and the influence of bamboo tube on each individual's behavior was not significant ($P > 0.05$), and the effect of sack on some individuals was not significant ($P > 0.05$) (Table 6).

Key words: Chimpanzee; Orthogonal test; Food enrichment; Feeding behavior

动物的行为是对各种环境因子变化的综合适应 (Nielsen 1984), 开展动物行为研究对于深入了解动物的生物学需求及其适应性策略具有重要的生物学意义 (刘群秀 2009)。在动物园环境中, 笼舍条件相对单一, 容易引发动物没有目的的机械行为 (Shepherdson et al. 1998, 周晓等 2013), 如何在有限的活动空间中为动物提供更加科学的饲养环境和管理模式, 将是动物园在管理实践中面临的重大挑战。研究表明, 环境丰容作为满足和改善动物生理和心理需求的重要手段, 能够为圈养野生动物提供类似于野外生存环境中的不可预见性和选择性, 能够切实提升圈养动物的福利 (Kleiman et al. 1996, Shepherdson et al. 1998, Bayne et al. 2014), 并且已经成为动物园日常管理工作的的重要组成部分。然而, 在多样化的展区中, 持续更新的丰容技术和手段的有效性与时效性如何? 各环境因子如何以及在多大程度上影响动物? 这些都将是动物园必须要回答和解决的问题。应用动物行为评估丰容工作的有效性, 能够达到直观简洁的效果, 然而要对各类丰容设施的组合应用效果开展评估, 则需要大量的人力物力和时间等, 因此需要对试验设计和研究方法进行改进, 高效的研究手段能够为动物园丰容及行为学研究工作的开展提供重要的技术支撑和理论指导。

在探讨多个因素多个水平对动物行为的影响时, 势必要增加试验次数 (刘瑞江等 2010), 进而增加时间和人力成本, 非常有必要对试验进行优化。本研究尝试应用正交试验设计

(orthogonal test designs) 探讨丰容设施对动物行为产生的影响。正交试验设计是以概率论、数理统计和实践经验为基础, 充分利用标准化的正交表来安排试验方案, 通过对试验结果进行计算分析, 能够筛选出具有代表性的少数试验方案, 结合多因素和多水平对试验结果的影响, 最终确定最佳的试验方案以及各个因素对结果影响的主次顺序 (刘浩 2018), 并最终达到减少试验次数、缩短试验周期和迅速找到优化方案的一种科学试验设计方法 (李春喜等 2013)。在多因素多水平试验中, 首要任务是确定因素及其变化范围, 应根据实际经验和专业知识, 确定适宜的满足现实条件的因素, 列出因素水平表, 用较少的试验、较快的速度查明试验指标的变化规律, 并确定较优的试验条件 (图 1) (谭超 2005)。

本研究拟选取圈养黑猩猩 (*Pan troglodytes*) 为研究对象, 对其开展丰容研究, 鉴于笼舍大小、展区设施、食物、玩具等多个因子都可能多水平上对黑猩猩的行为产生影响, 故选取正交试验设计探讨不同丰容方案对黑猩猩行为的影响, 并探讨所开展丰容的有效性, 筛选出最优的丰容组合。本研究将为科学有效地评估丰容工作提供参考依据, 同时为动物园开展行为学研究提供优化的试验设计参考。本研究中, 假设所有黑猩猩个体能够同等几率地获取每一种丰容类目, 旨在利用正交试验设计开展多因素、多水平的环境丰容, 从而揭示丰容对黑猩猩取食行为的影响, 并探讨最优的丰容组合方式。

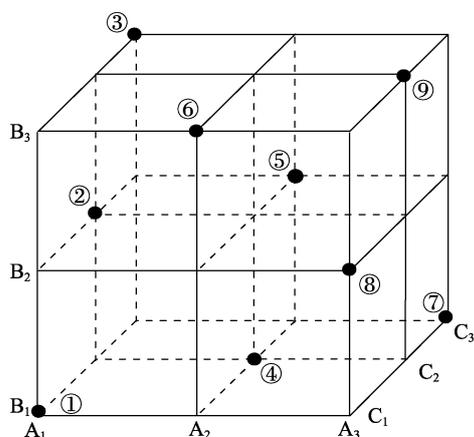


图 1 三因素三水平试验的选优区

Fig. 1 The optimum area of three factors and three levels test

图中每个点代表一次试验，黑点是按正交试验法挑选出的 9 个试验点，每个试验都有很强代表性，能够全面反映选优区内的情况，立方体的每条线上都有一个试验点，9 个试验点均衡分布于整个立方体内。

Each point in the figure represents one test, and the black point is nine test points selected by orthogonal test method. Each test has strong representativeness and can comprehensively reflect the situation in the selection area. There is one test point on each line of the cube, and nine test points are evenly distributed in the whole cube.

1 材料与方法

1.1 研究对象

选取上海动物园猩猩馆内一个健康黑猩猩

小群作为研究对象，其中包括成年雄性 1 只、成年雌性 4 只和亚成体 3 只（表 1）。喂食时间为每日 9:30 时。

1.2 方法与步骤

1.2.1 试验方法 采用正交实验设计，开展食物丰富，设定试验因素和水平（表 2），根据因素和水平参照正交试验设计要求进行试验设计（表 3）。选用 3 种不同的食物丰富物：木丝、竹筒和麻袋。其中每根木丝宽 2 mm，每次丰富放 30 kg；每根竹筒长 50 cm，内径 5 cm，每次丰富放 8 根；每个麻袋长 100 cm，宽 70 cm，每次丰富放 4 个。整个试验期间丰富物随机放置于展区内。每一试验号为一组试验，每组试验连续重复 3 d。

1.2.2 行为观察 本研究中，所选丰富物均为食物丰富物，因此主要观察动物的取食行为。采用全事件取样法观察黑猩猩在展出时间的取食行为（包含觅食行为和进食行为）。

行为观察时间为 2017 年 1 月 6 日至 3 月 1 日，行为观察和记录的时间为每日 9:30 ~ 15:30 时，收集记录动物所有与取食相关行为的持续时间 (s)，并计算取食行为占比。取食行为占比 (%) = 取食行为的持续时间 (s) / 全天观察时间 (s)。

1.2.3 数据统计分析方法 采用正交试验分析方法，分析 3 种因素（木丝、竹筒和麻袋）2

表 1 黑猩猩基本情况

Table 1 Basic information of the Chimpanzee

呼名 Name	性别 Sex	出生时间 (年) The date of birth (Year)	是否本园繁殖 Breeding in Shanghaizoo or not	备注 Postscript
翔 Xiang	雄 Male	1984	否 No	首领 Leader
俏 Qiao	雌 Female	1989	否 No	雌性中地位最高 The highest status among females
讷讷 Nene	雌 Female	1991	否 No	胆小，地位比较低 Timidity, low status
乐乐 Lele	雌 Female	2003	是 Yes	哺乳期，俏的大女儿 Lactation, the first daughter of Qiao
欢欢 Huanhuan	雌 Female	2006	是 Yes	地位低，妈妈不在群体中 Low status, mum not in the group
悦悦 Yueyue	雌 Female	2010	是 Yes	俏的二女儿 The second daughter of Qiao
三郎 Sanlang	雄 Male	2012	是 Yes	讷讷的儿子 The son of Nene
五郎 Wulang	雄 Male	2014	是 Yes	俏的小儿子 The little son of Qiao

水平(即有和无)各自平均数差的绝对值(R),即表示木丝、竹筒和麻袋3种因素在“有”和“无”2种水平下各自平均值的极差。

$$R = |\bar{x}_1 - \bar{x}_2| = \left| \frac{T_1}{n} - \frac{T_2}{n} \right|$$

T_1 表示某一因素(木丝、竹筒和麻袋之一)在水平1(即无丰容物)时黑猩猩取食时间之和。 T_2 表示某一因素(木丝、竹筒和麻袋之一)在水平2(即有丰容物)时黑猩猩取食时间之和。 \bar{x}_1 和 \bar{x}_2 分别表示某一因素(木丝、竹筒和麻袋之一)在水平1(即无丰容物)和水平2(即有丰容物)时黑猩猩取食时间之和的平均数。 n 表示某一因素(木丝、竹筒和麻袋之一)在各水平(即有和无)的总数, R 表示某一因素(木丝、竹筒和麻袋之一)在不同水平(即有和无)黑猩猩取食时间之和的平均数差的绝对值。

表2 正交试验因素水平表

Table 2 Factors and levels of orthogonal test

水平 Level	A 木丝 Wood-wool	B 竹筒 Bamboo tube	C 麻袋 Sack
1	无 No Wood-wool	无 No Bamboo tube	无 No Sack
2	有 With Wood-wool	有 With Bamboo tube	有 With Sack

通过比较 R 值的大小确定3种因素对黑猩猩取食行为影响的主次顺序, R 值越大表明该因素对结果的影响越大,通过比较不同因素的

\bar{x}_1 和 \bar{x}_2 值的大小初步得出最优组合,若 $\bar{x}_1 > \bar{x}_2$ 表明同一因素下水平1(即无丰容物)对结果的影响大,反之,若 $\bar{x}_1 < \bar{x}_2$ 表明同一因素下水平2(即有丰容物)对结果的影响大;通过多因素方差分析检验不同组合下取食行为的差异,最终得出最优组合。

2 结果

2.1 丰容前后取食行为变化

丰容前(1号试验)个体之间(除悦悦外)的取食行为占比差异不显著($F = 0.892, P > 0.05$),最少是乐乐,最多是悦悦。各组丰容后(2~8号试验号试验),翔的取食行为占比和丰容前比变化不大,三郎和五郎的取食行为占比有出现下降的情况(4号和5号试验),其他个体的取食行为占比都有不同程度的增加。丰容后所有雌性取食行为占比都明显比雄性多(表4)。

2.2 正交试验直观分析结果

每个个体均为木丝因素的 R 值最大,竹筒因素 R 值最小,因此,A因素(木丝)是影响黑猩猩取食行为的关键性因子,B因素(竹筒)对结果的影响不大。根据 R 值可以得出三个因素对黑猩猩取食行为影响的主次顺序依次为木丝、麻袋、竹筒。

比较取食时间的平均值 \bar{x}_n (即 \bar{x}_1 和 \bar{x}_2),对翔和悦悦来说,A取 A_2 ,B取 B_1 ,C取 C_1 ,

表3 正交试验设计

Table 3 The design of orthogonal test

试验号 Test Number	1列: A 木丝 Wood-wool	2列: B 竹筒 Bamboo tube	4列: C 麻袋 Sack
1	1 无木丝 No Wood-wool	1 无竹筒 No Bamboo tube	1 无麻袋 No Sack
2	1 无木丝 No Wood-wool	1 无竹筒 No Bamboo tube	2 有麻袋 With Sack
3	1 无木丝 No Wood-wool	2 有竹筒 With Bamboo tube	1 无麻袋 No Sack
4	1 无木丝 No Wood-wool	2 有竹筒 With Bamboo tube	2 有麻袋 With Sack
5	2 有木丝 With Wood-wool	1 无竹筒 No Bamboo tube	1 无麻袋 No Sack
6	2 有木丝 With Wood-wool	1 无竹筒 No Bamboo tube	2 有麻袋 With Sack
7	2 有木丝 With Wood-wool	2 有竹筒 With Bamboo tube	1 无麻袋 No Sack
8	2 有木丝 With Wood-wool	2 有竹筒 With Bamboo tube	2 有麻袋 With Sack

表 4 丰容前后取食行为占比
Table 4 The change of the proportion of feeding behavior before and after the enrichment (%)

试验号 Test number	丰容方式 The way of enrichment	翔 Xiang	信 Qiao	讷 Nene	乐乐 Lele	欢欢 Huanhuan	悦悦 Yueyue	三郎 Sanlang	五郎 Wulang
1	丰容前 (无木丝、竹筒和麻袋) Pre-experiment (no wood-wool, bamboo tube and sack)	11.40 ± 0.76	11.56 ± 1.44	14.07 ± 4.29	9.08 ± 1.08	10.06 ± 3.66	25.15 ± 11.06	11.13 ± 2.88	11.66 ± 3.51
2	麻袋 (无木丝和竹筒) Sack (no wood-wool and bamboo tube)	15.20 ± 1.67	28.97 ± 2.93	25.70 ± 1.47	19.67 ± 2.19	17.75 ± 0.97	35.17 ± 8.63	11.01 ± 0.84	12.31 ± 4.76
3	竹筒 (无木丝和麻袋) Bamboo tube (no wood-wool and sack)	14.43 ± 3.72	19.05 ± 1.65	16.81 ± 1.17	16.60 ± 0.71	11.33 ± 2.85	27.91 ± 9.51	12.43 ± 3.04	10.49 ± 0.45
4	竹筒 + 麻袋 (无木丝) Bamboo tube + sack (no wood-wool)	12.86 ± 5.35	23.77 ± 1.03	27.04 ± 1.53	15.91 ± 3.74	19.18 ± 2.83	25.49 ± 11.90	7.49 ± 2.79	6.05 ± 3.08
5	木丝 (无竹筒和麻袋) Wood-wool (no bamboo tube and sack)	17.28 ± 1.27	29.35 ± 4.96	32.26 ± 3.39	27.09 ± 2.40	21.08 ± 3.23	49.51 ± 4.31	6.40 ± 1.07	5.46 ± 1.44
6	木丝 + 麻袋 (无竹筒) Wood-wool + sack (no bamboo tube)	13.49 ± 2.60	39.29 ± 4.69	28.64 ± 5.57	27.89 ± 2.01	26.24 ± 4.65	36.19 ± 8.67	6.02 ± 3.60	21.75 ± 3.22
7	木丝 + 竹筒 (无麻袋) Wood-wool + bamboo tube (no sack)	16.29 ± 4.21	43.41 ± 11.23	25.71 ± 1.43	21.98 ± 2.64	23.92 ± 7.23	45.88 ± 9.14	10.14 ± 6.96	16.34 ± 7.70
8	木丝 + 竹筒 + 麻袋 Wood-wool + bamboo tube + sack	13.63 ± 1.14	38.74 ± 12.86	29.71 ± 4.81	26.31 ± 1.72	29.50 ± 2.26	41.80 ± 6.56	8.87 ± 3.96	12.80 ± 6.42

最优组合为 $A_2B_1C_1$, 即有木丝无竹筒无麻袋组合; 俏和欢欢 A 取 A_2 , B 取 B_2 , C 取 C_2 , 它们的最优组合为 $A_2B_2C_2$, 即有木丝有竹筒有麻袋组合; 讷讷、乐乐和五郎 A 取 A_2 , B 取 B_1 , C 取 C_2 , 最优组合为 $A_2B_1C_2$, 即有木丝无竹筒有麻袋组合; 三郎 A 取 A_2 , B 取 B_2 , C 取 C_1 , 最优组合为 $A_2B_2C_1$, 即有木丝有竹筒无麻袋组合。

2.3 正交试验结果方差分析

方差分析(表 6)表明, 3 种丰容方式对翔、三郎和五郎取食行为的影响均不显著; 因素木丝对俏、讷讷、乐乐、欢欢和悦悦取食行为的

影响极显著; 因素竹筒对每个个体取食行为影响均不显著; 因素麻袋对讷讷和欢欢取食行为的影响极显著, 对俏和乐乐取食行为的影响显著, 对其他个体不显著。

综合极差分析和方差分析结果表明, 在此次试验中, 无论采取哪种食物丰容方式对成年雄性和幼年个体都没有显著影响。对其他个体的最优组合, 俏、讷讷、乐乐和欢欢的最优组合为 A_2B_1 (或 B_2) C_2 (即有木丝、有麻袋、竹筒有无皆可); 悦悦的最优组合为 A_2B_1 (或 B_2) C_1 (或 C_2) (即有木丝、竹筒和麻袋有无皆可)。

表 5 直观分析结果

Table 5 Intuitive analysis results

	木丝 Wood-wool			竹筒 Bamboo tube			麻袋 Sack		
	\bar{x}_1	\bar{x}_2	极差 R Range	\bar{x}_1	\bar{x}_2	极差 R Range	\bar{x}_1	\bar{x}_2	极差 R Range
翔 Xiang	7 273.8	8 193.5	919.8	7 744.5	7 722.8	21.8	8 018.8	7 448.5	570.3
俏 Qiao	11 252.3	20 356.3	9 104.0	14 737.0	16 871.5	2 134.5	13 954.3	17 654.3	3 700.0
讷讷 Nene	11 287.8	15 702.8	4 415.0	13 589.3	13 401.3	188.0	11 993.8	14 996.8	3 003.0
乐乐 Lele	8 270.0	13 941.8	5 671.8	11 303.5	10 908.3	395.3	10 092.8	12 119.0	2 026.3
欢欢 Huanhuan	7 873.0	13 599.3	5 726.3	10 141.3	11 331.0	1 189.8	8 961.3	12 511.0	3 549.8
悦悦 Yueyue	15 352.8	23 406.5	8 053.8	19 712.3	19 047.0	665.3	20 042.0	18 717.3	1 324.8
三郎 Sanlang	4 243.0	5 678.0	1 435.0	4 666.3	5 254.8	588.5	5 414.3	4 506.8	907.5
五郎 Wulang	5 469.5	7 606.0	2 136.5	6 908.0	6 167.5	740.5	5 933.8	7 141.8	1 208.0

表内所有数据单位均为秒 (s)。All data are in seconds (s).

表 6 方差分析结果

Table 6 Variance analysis results

	木丝 Wood-wool (A)		竹筒 Bamboo tube (B)		麻袋 Sack (C)		重复组 Repeating group	
	F	P	F	P	F	P	F	P
翔 Xiang	1.550	0.230	0.001	0.977	0.596	0.451	0.278	0.761
俏 Qiao	27.375	<0.01	1.505	0.237	4.552	0.048	0.266	0.768
讷讷 Nene	21.214	<0.01	0.038	0.847	9.814	0.006	2.135	0.149
乐乐 Lele	60.282	<0.01	0.293	0.595	7.694	0.013	0.311	0.737
欢欢 Huanhuan	64.460	<0.01	2.783	0.114	24.771	<0.01	3.377	0.058
悦悦 Yueyue	14.360	0.001	0.098	0.758	0.389	0.541	0.720	0.501
三郎 Sanlang	3.218	0.091	0.541	0.472	1.287	0.272	0.269	0.767
五郎 Wulang	2.188	0.157	0.263	0.615	0.700	0.415	0.035	0.966

3 分析与讨论

野外黑猩猩每天要花 6 ~ 8 h 觅食和进食 (van Lawick-Goodall 1968)。从 Chemurot 等 (2012) 对黑猩猩行为的研究表明, 黑猩猩取食行为平均占所观察总时间的 54.9%。对混合群中的雌性进行研究发现取食行为也占到了 30%, 但圈养条件下的黑猩猩取食行为显著减少 (Morimura et al. 2009)。本试验丰容前取食行为占比结果与 Morimura 等 (1999) 占 14% ~ 24% 的研究结果相符, 丰容后取食行为最高达到 50% 左右, 说明丰容达到了效果。

三种食物丰容方式中木丝效果最显著, 竹筒的丰容方式影响不显著, 这可能与竹筒较脆的性质有关, 外加黑猩猩的咬合力大, 能够轻易地破坏竹筒取得内部的食物, 在今后的丰容工作中, 也需要制作出不易被破坏又安全的丰容设施, 从而加大取食难度, 延长取食时间。

不同个体的最优丰容组合不尽相同, 可见在丰容工作中应对不同个体采取不同的丰容方式, 丰容工作应考虑到群体中的每一个个体, 而不是单一个体。

3.1 正交试验在丰容试验中的应用

近年来, 我国动物园相继开展丰容的相关工作, 并取得了一定的成效 (田秀华等 2007), 通过单种或多种丰容方法对黑猩猩行为进行研究 (黄志宏等 2007, 胡新波等 2014), 但只通过 t 检验的方式针对某种丰容方法前后的行为进行对比, 只能说明该种丰容方法对动物行为产生影响, 但不能对比出几种丰容方法哪种更有效。且如果对多种丰容方法仍采用 t 检验的方式进行两两相互比较, 比较的次数会随着丰容方法的增加而剧增, n 种丰容方法需要比较的次数为 C_n^2 , 会造成检验过程的繁琐; 无统一的实验误差, 误差估计的精确性和检验的灵敏性低; 推断的可靠性降低, 增加错误出现的概率 (李春喜等 2013)。

在很多丰容试验中, 都集中研究某一种或几种丰容物同时放入展区对动物行为的影响,

这样的研究缺陷在于无法得出哪种丰容物最有效, 更不能得出最优的丰容组合方式。而每次仅使用一种丰容物或几种丰容物, 通过原本丰容实验中常用的 t 检验方式对比丰容前后动物行为的变化则无法在这一方面进行深入研究, 不利于今后丰容实验的发展, 也不利于动物园内丰容工作的开展。

通过正交试验方式能够有效地解决上述问题。根据实验的需求, 设计相对应的正交表, 可以仅通过一次实验, 达到以往需要通过多次实验才能获得的不同丰容方法之间的效果强弱关系, 根据排列组合的结果得出最优的丰容组合。本试验采用正交试验除探讨木丝、竹筒和麻袋三种丰容方法的有效性外, 得出了三种因素对黑猩猩取食行为影响的主次顺序和对不同个体的最优组合, 可以为今后不同个体制定不同丰容方法, 以达到最优丰容效果。

在传统观念中, 随着丰容物的增加动物能够表现出更多的积极行为, 但是通过此次正交试验发现, 不是所有的丰容物都能对动物的行为产生显著影响, 也不是丰容物越多越好。推测不同丰容方法、丰容物之间可能存在一定的影响, 使用多种丰容方法、丰容物不一定比使用单一某种丰容方法、丰容物对动物产生更为显著的影响, 类似于生理学中拮抗作用。

3.2 不同食物丰容方式对成年个体取食行为的影响

已有研究表明, 等级高的个体享有食物优先权 (贺树军等 2017), 并且成年雄性黑猩猩会花更多的时间休息和移动 (Chemurot et al. 2012), 因此本试验中的雄性成年个体在优先吃饱后便不再取食, 丰容前后并没有显著变化。在野外研究结果, 雌性黑猩猩因为要照顾幼仔和担心雄性干扰会需要更长的时间取食, 取食时间占所观察总时间的 58.4%, 雄性占 45.7% (Chemurot et al. 2012)。本试验中丰容后所有成年雌性取食行为占比都明显比成年雄性多, 可能是地位最高的雄性对雌性有一定干扰, 且

与雌性带仔有关。

3.3 不同食物丰容方式对幼年个体取食行为的影响

幼年个体虽然 1 d 中的取食次数比成年个体多, 但可能由于肠道比较短, 会比成年个体更快吃饱 (Chemurot et al. 2012), 并且黑猩猩妈妈会给幼仔分享食物, 越是困难获得的食物越是能从妈妈那里获得 (Nishida et al. 1996)。可能因此本研究中的幼年个体三郎和五郎取食行为的占比会比较低, 甚至出现丰容后取食行为占比下降的情况。也有可能和幼年个体相比成年个体玩耍行为更多有关 (Periera et al. 1993), 所以食物丰容对这两个体的取食行为无显著影响。

参 考 文 献

- Bayne K, Würbel H. 2014. The impact of environmental enrichment on the outcome variability and scientific validity of laboratory animal studies. *Revue Scientifique Et Technique*, 33(1): 273–280.
- Chemurot M, Isabiryebasuta G, Sande E. 2012. Amount of plant foods eaten and sexual differences in feeding among wild Chimpanzees (*Pan troglodytes*) of Kanyawara Community. *ISRN Zoology*, (6): 4.
- Kleiman D, Allen M E, Thompson K V, et al. 1996. *Wild Mammals in Captivity: Principles and Techniques*. Chicago: The University of Chicago Press, 5–15.
- Morimura N, Ueno Y. 1999. Influences on the feeding behavior of three mammals in the Maruyama Zoo: bears, elephants, and chimpanzees. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 2(3): 169–186.
- Morimura N, Ueno Y. 2009. Effects of Feeding Conditions on Chimpanzee Behavior. *Primate Research*, 15(3): 353–360.
- Nielsen E T. 1984. Relation of behavioral activity rhythms to the change of day and night: A revision of views. *Behaviour*, 89(1): 147–173.
- Nishida T, Turner L A. 1996. Food transfer between mother and infant chimpanzees of the Mahale Mountains National Park, Tanzania. *International Journal of Primatology*, 17(6): 947–968.
- Periera M E, Fairbanks L A. 1993. *Juvenile Primates: Life History, Development, and Behavior*. New York: Oxford University Press, 182–196.
- Shepherdson D J, Mellen J D, Hutchins M. 1998. *Second Nature: Environmental Enrichment for Captive Animals*. Washington DC: Smithsonian Institution, 1–14.
- van Lawick-Goodall J. 1968. The behaviour of free-living chimpanzees in the Gombe Stream Resewe. *Animal Behaviour Monographs*, 1(3): 161–311.
- 贺树军, 李芳芳, 侯荣, 等. 2017. 秦岭川金丝猴不同等级雄性食物竞争策略的研究 // 四川省动物学会. 第十三届全国野生动物生态与资源保护学术研讨会暨第六届中国西部动物学学术研讨会论文摘要集. 成都: 四川省动物学会, 8.
- 胡新波, 何鑫, 黄淑芳, 等. 2014. 食物丰容对笼养黑猩猩行为和粪便皮质醇的影响研究. *野生动物学报*, 35(3): 282–288.
- 黄志宏, 王兴金, 何梓铭, 等. 2007. 环境丰容对单独圈养黑猩猩行为影响的研究. *野生动物*, 28(6): 19–22.
- 李春喜, 姜丽娜, 邵云, 等. 2013. *生物统计学*. 北京: 科学出版社: 194.
- 刘浩. 2018. 基于正交设计的 CFRP 加固中长圆管柱稳定性研究. 合肥: 合肥工业大学硕士学位论文, 9–15.
- 刘群秀. 2009. 藏狐的活动规律、家域特征及生境选择的研究. 上海: 华东师范大学博士学位论文, 10–15.
- 刘瑞江, 张业旺, 闻崇炜, 等. 2010. 正交试验设计和分析方法研究. *实验技术与管理*, 27(9): 52–55.
- 谭超. 2005. 建立基于神经网络和正交设计的个人信用评分体系初探. 武汉: 武汉科技大学硕士学位论文, 1–50.
- 田秀华, 张丽烟, 王晨. 2007. 动物园环境丰容技术及其效果评估方法. *野生动物*, 28(3): 64–68.
- 周晓, 黄炎, 黄金燕, 等. 2013. 大熊猫的行为发育及饲养管理中的影响因素. *野生动物*, 34(2): 106–110.